



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 101 31 934 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
B 41 F 33/10

21 Aktenzeichen: 101 31 934.7
22 Anmeldetag: 2. 7. 2001
43 Offenlegungstag: 30. 1. 2003

DE 101 31 934 A 1

71 Anmelder:
Maschinenfabrik WIFAG, Bern, CH

74 Vertreter:
Schwabe, Sandmair, Marx, 81677 München

72 Erfinder:
Riepenhoff, Matthias, Dr., Bern, CH

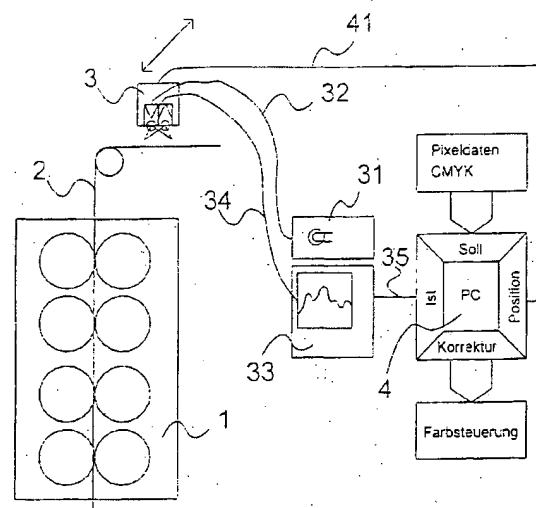
56 Entgegenhaltungen:
DE 42 37 004 C2
DE 198 22 669 A1
DE 29 50 606 A1
DE 29 37 128 A1
CH 2 83 071
WO 96 12 934

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Messung und Regelung der Farbgebung im Rollendruck

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Farbgebung im Rollen-Druck, dadurch gekennzeichnet, dass ein Messkopf oder mehrere Messköpfe eine integrierende Messung des von einer bedruckten Materialbahn remittierten Lichts in Laufrichtung der Materialbahn ausführt oder ausführen, sowie eine Vorrichtung zur Messung der Farbgebung im Rollen-Druck, vorzugsweise zur Durchführung des Messverfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die Vorrichtung umfassend:
a) wenigstens ein Sensorelement zur Aufnahme von Licht, das von einer laufenden, bedruckten Materialbahn remittiert wird,
b) eine Summier- oder Integriereinrichtung, die mit dem wenigstens ein Sensorelement verbunden ist, um die Intensität des aufgenommenen Lichts zu ermitteln,
c) und eine Steuerung, die für eine in Laufrichtung der Bahn summierende oder integrierende Intensitätsmessung des remittierten Lichts die Zeitdauer der Lichtaufnahme und/oder die Zeitdauer der Summierung oder Integration mittels der Summier- oder Integriereinrichtung vorgibt.



DE 101 31 934 A 1

Beschreibung

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Farbgebung im Druck, bei dem integrale Messungen an der laufenden Papierbahn vorgenommen werden. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Regelung der Farbgebung in Rollendruckmaschinen. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.
- [0002] Zeitungen werden überwiegend im Offsetverfahren hergestellt. Dabei werden mehrere Papierbahnen von Rollen abgewickelt, in den Druckeinheiten bedruckt und schliesslich im Falzapparat gefalzt und geschnitten. Die Farbgebung kann in konventionellen Farbwerken zonenweise eingestellt werden. Eine Voreinstellung der Farbwerke basiert auf der Flächendeckung der Druckplatten, die über sogenannte Plattenscanner ermittelt wird oder direkt aus den Bilddaten berechnet werden kann. Der Drucker überwacht während des gesamten Produktion die Farbgebung und nimmt gegebenenfalls Korrekturen der Farbgebung vor.
- [0003] WO 96/12934 von Graphics Microsystems Inc. offenbart ein Verfahren zur Messung der Farbgebung. Bei diesem oder ähnlichen Verfahren wird ein Messelement unter Verwendung von Videokameras erkannt und spektral vermessen. Nachteilig bei diesen Verfahren ist erstens der hohe technische Aufwand und zweitens die Notwendigkeit, Messelemente auf der Bahn mitzudrucken, die anschließend abgeschnitten werden. Eine Zeitung wird üblicherweise nicht in ihrem Format beschnitten, daher ist es im allgemeinen unerwünscht Messelemente mitzudrucken. Solche Messverfahren bzw. auf solchen Verfahren basierte automatische Farbregelsysteme werden daher in der Zeitungsproduktion bislang nicht eingesetzt.
- [0004] Eine weitere grundsätzliche Schwierigkeit für eine automatische Regelung der Farbgebung ergibt sich aus der komplexen Dynamik der konventionellen Spaltfarbwerke. So muss die Farbgebung stets zonenweise eingestellt werden, die Verzögerungszeit mit der eine Versteilung der Farbgebung auf der bedruckten Bahn wirksam wird, hängt stark von der Farbannahme ab, außerdem kommt es zu einer Beeinflussung der Farbgebung in benachbarten Zonen.
- [0005] Die Herstellung von Druckplatten erfolgt im Zeitungsdruck in der sogenannte Druckvorstufe. Dazu wird die in der Zeitungsredaktion erstellt Vorlage in typischerweise vier Druckfarben, Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz separiert. Nach der Separation erfolgt die Rasterung der Farbauszüge, als Ergebnis erhält man Pixeldaten, welche die druckenden Elemente auf der Druckplatte repräsentieren, die anhand dieser Daten belichtet wird.
- [0006] Bei der Farbseparation werden dreidimensionale Farbwerte in den vierdimensionalen Farbraum C, M, Y, K transformiert. Je nach Art der Separation können übereinanderliegende Buntfarben zu einem gewissen Teil oder vollständig durch Schwarzfarbe ersetzt werden. Für Korrekturen der Farbgebung sollte die Art der Separation bekannt sein.
- [0007] Änderungen der Farbwirkung einer im Nass-Offsetverfahren bedruckten Papierbahn ergeben sich auch, wenn die zugeführte Feuchtmittelmenge verändert wird. Tatsächlich erfordert die Einstellung der sogenannten Farb-Wasser-Balance in der Praxis eine gewisse Erfahrung. Sie ist zudem abhängig von der Papiersorte und dem Druckbild.
- [0008] Die visuelle Beurteilung der Farbe im Druck erfolgt im dreidimensionalen Farbraum der dem menschlichen Auge entspricht. Andererseits gibt es eine Vielzahl von Stellmöglichkeiten, um die Farbwiedergabe zu beeinflussen. Dadurch wird eine automatische Regelung der Farbgebung weiter erschwert.
- [0009] DE 198 22 662 A1 der MAN Roland Druckmaschinen AG schlägt ein Verfahren zum Betreiben einer Druckmaschine vor, bei dem Basiswissen über das Zusammenwirken von Betriebsmedien in der Druckmaschine über Druckversuche oder während der Produktion gewonnen wird, in einem Expertensystem abgespeichert wird und für den Druckvorgang verwendet wird. Ein Expertensystem ist "ein Computerprogrammsystem, das über ein spezielles Gebiet alles verfügbare Material speichert, daraus Schlussfolgerungen zieht und für Problemstellungen des betreffenden Gebietes Lösungen vorschlägt. Der Aufbau von Expertensystemen und deren Einsatz fällt in den Bereich der künstlichen Intelligenz" (vgl. LexiRom 4.0, Microsoft Corp. 1999). Solche Systeme verfügen typischerweise über eine Dialogkomponente, eine Erklärungskomponente, eine Wissensakquisitionskomponente, eine Problemlösungskomponente und eine Wissensbasis. Ein solchen System ist schwierig zu bedienen und zu unterhalten. Es erfordert neben dem Personal zur Bedienung der Druckmaschine Spezialisten aus dem Gebiet der Informationsverarbeitung. Auch stellt ein Expertensystem keinen geschlossenen Regelkreis dar, es ersetzt nicht den Experten, sondern stellen ein Werkzeug dar, um den Experten bei der Bearbeitung komplexer Probleme zu unterstützen, indem es Lösungen vorschlägt. Um die Fehler im Druckprozess zu vermindern, schlägt der Anmelder der zuvor genannten Offenlegungsschrift vor, die Komplexität der Druckmaschine zu vermindern, indem ein Kurzfarbwerk eingesetzt wird.
- [0010] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein kostengünstiges Verfahren zur Farbmessung auf der Bahn zu schaffen, bei dem keine Messelemente mitgedruckt werden müssen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungen zur Durchführung des Verfahrens ergeben sich aus den Nebenanprüchen.
- [0011] Weiterhin ist ein Verfahren zur schnellen Regelung der Farbgebung eines Spaltfarbwerks Gegenstand der Erfindung. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.
- [0012] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee beruht auf der Tatsache, dass die Farbgebung einer Druckmaschine mit Spaltfarbwerk zonenweise erfolgt. Eine Zone entspricht jeweils einem Streifen des gedruckten Bildes in Maschinenrichtung. Im erfindungsgemäßen Verfahren wird diesem Umstand insofern Rechnung getragen, als eine integrale Messung der Farben auf der Bahn über einen Längsstreifen erfolgt. Es spielt grundsätzlich keine Rolle, ob dazu eine spektrale Farbmessung oder eine densitometrische Messung oder ein anderes Messprinzip zur Beurteilung der bedruckten Bahn erfolgt.
- [0013] Jedes Messverfahren zur Beurteilung der optischen Wirkung einer Oberfläche beruht darauf, dass die von der Oberfläche remittierte Strahlung von einer Messapparatur aufgenommen wird, in der es zu einer Integration des einfallenden Lichts kommt. In elektronischen Detektoren werden beispielsweise freie Ladungen in einem Lichtleiter erzeugt und zwar proportional zur Lichteinwirkung, sofern nicht der Arbeitsbereich des Geräts überschritten wird. Bei einer densitometrischen Messung wird das einfallende Licht durch Farbfilter separiert bevor es durch fotoempfindliche Detekto-

ren nachgewiesen wird. Bei einer spektralen Messung nutzt man die Dispersion eines Prismas oder eines Gitters, um die Anteile unterschiedlicher Wellenlänge orts aufgelöst auf ein fotoempfindliches Halbleiterarray abzubilden. In den einzelnen Zellen des Array wird die einfallende Lichtmenge integriert, bis es zur Sättigung kommt.

[0014] Möchte man die optische Wirkung der Oberfläche ein bewegten Objekts an einer bestimmten Stelle messen, so kann man dazu beispielsweise den Messkopf gegenüber dem zu messenden Objekt mit gleicher Geschwindigkeit bewegen, solange des Messvorgang dauert. Einfacher ist es in der Regel, eine Blitzlampe zu verwenden und damit in der kurzen Zeit des Blitzes eine hohe Strahlungsmenge in den Detektor zu leiten. In diesem Fall ist die Integrationszeiten der Messapparatur kurz, so dass die Bewegung des Objekts während der Messung vernachlässigt werden kann.

[0015] Im vorliegenden Fall handelt es sich bei dem Messobjekt um die laufende, bedruckte Bahn in einer Druckmaschine. Das darauf befindliche Bild wiederholt sich mit der Rotationsfrequenz der Druckzylinder. Platziert man einen Detektor fest über der Bahn, und misst man für die Dauer einer Umdrehung der Zylinder, so wird im Messkopf die Strahlung integriert, die von allen Orten entlang eines Streifens in Maschinenrichtung ausgeht. Die Länge des Streifens entspricht dem Zylinderumfang, die Streifenbreite hängt von der Optik des Detektors ab. Dabei muss nicht zwangsläufig ein scharfer Bildstreifen in den Detektor abgebildet werden. Erfolgt die integrale Messung einer periodischen Vorlage, wie es beim Druckvorgang der Fall ist, über genau eine Periodenlänge oder ein ganzzahliges Vielfaches der Periodenlänge, kommt es darauf an, die Messdauer an die Periodendauer anzupassen, der Zeitpunkt des Messbeginns spielt in diesem Fall keine Rolle.

[0016] Erfolgt die Messung über einen Teil der Periodenlänge, z. B. eine halbe Periode, ist es erforderlich, den Zeitpunkt der Messung zu kennen.

[0017] Man kann eine solche integrale Messung vorteilhafterweise in mehrere verzögerungsfrei aufeinanderfolgende integrale Teilmessungen zerlegen und die Ergebnisse summieren.

[0018] Im Folgenden wird die Vorgehensweise am Beispiel einer spektralen Messung näher beschrieben. Dazu wird das Verfahren anhand der Fig. 1-4 erläutert.

[0019] Fig. 1 zeigt eine schematische Anordnung für die Durchführung des Verfahrens am Beispiel einer spektralen Messung. Die Maschine (1) bedruckt eine Papierbahn (2). Ein Messkopf (3) ist über der Bahn platziert. Der Messkopf enthält eine Beleuchtungseinrichtung, die über eine Glasfaserleitung (32) an eine Lichtquelle (31) angeschlossen ist. Das von der Bahn reflektierte Licht wird über eine Glasfaserleitung (34) in einen Spektrometer (33) eingeführt. Das Spektrometer wird durch einen Computer so gesteuert, dass die Messungen an die Rotationsgeschwindigkeit angepasst sind. Eine Messung besteht aus einer oder mehreren Teilmessungen. Die Gesamtdauer der Messung beträgt genau die Dauer einer Zylinderumdrehung oder ein Vielfaches davon. Als Ergebnis der Messung wird ein Spektrum an den Computer übertragen. Dieses Spektrum ist das Integral aller Remissionsspektren, die von den Orten auf der Papierbahn gemessen werden, die während der Messung unter dem Messkopf durchlaufen. Der Messkopf kann mittels einer Verschiebeeinheit quer zur Maschinenrichtung positioniert werden, die Positionseinstellung wird ebenfalls durch den Computer (4) mittels der Steuerleitung (41) kontrolliert.

[0020] Fig. 2 zeigt eine Skizze einer Verschiebeeinheit in X-Richtung, quer zur Maschinenrichtung. Der Messkopf (3) mit den optischen Anschlüssen (32, 34) ist auf einer Spindel (43) montiert. Der Spindeltrieb (42) wird über die Leitung (41) gesteuert. Auf diese Weise kann der Messkopf quer zur Maschinenrichtung an einer beliebigen Stelle über der Papierbahn positioniert werden.

[0021] Fig. 3a illustriert das örtliche Messverhalten eines Messkopfs. Im allgemeinen erfasst ein Messkopf einen Bereich der Breite B_x . Die optische Wirkung des Messobjekts im erfassten Bereich ist nicht an allen Orten gleich stark, sie kann durch eine Funktion $\Phi(\xi)$ gewichtet werden. $\Phi(\xi)$ ist von der Beschaffenheit des Messkopfes und seinem Abstand zum Messobjekt abhängig. Diese Funktion wird im Folgenden als Messfeldfunktion bezeichnet.

[0022] Fig. 3b illustriert die Problematik der Messfeldfunktion für den zweidimensionalen Fall. Hierbei hat das Messfeld neben der Ausdehnung in X-Richtung B_x auch eine Ausdehnung in Y-Richtung B_y . Zwar ist es möglich, einen Messkopf durch geeignete Optik so zu gestalten, dass die Ausdehnung des Messfeldes in Y-Richtung so stark eingeschränkt wird, dass diese Dimension der Messfeldfunktion vernachlässigt werden kann, dies ist jedoch mit erhöhtem technischen Aufwand bzw. mit einem Verlust an Empfindlichkeit verbunden. Für das erfindungsgemäße Verfahren ist eine scharfe Begrenzung des Messfeldes in Y-Richtung nicht erforderlich.

[0023] Ein Remissionsspektrum ist eine Intensitätsverteilung als Funktion der Wellenlänge λ . Wenn es in einem Spektrometer gemessen wird, das den Spektralbereich in n Intervalle zerlegt, erhält man einen Vektor $r = [I(\lambda_1), I(\lambda_2), I(\lambda_3), \dots, I(\lambda_n)]$. Das Remissionsspektrum am Ort X kann als Vektor $r(X)$ angesehen werden.

[0024] Das von einem Messkopf mit Messfeldfunktion Φ am Ort X aufgenommene Spektrum R erhält man durch Integration:

$$R(X) = \int_{-B_x/2}^{B_x/2} r(X + \xi) \cdot \Phi(\xi) d\xi. \quad 55$$

Im zweidimensionalen Fall gilt:

$$R(X, Y) = \int_{-B_x/2}^{B_x/2} \int_{-B_y/2}^{B_y/2} r(X + \xi, Y + \psi) \cdot \Phi(\xi, \psi) d\psi d\xi. \quad 60$$

[0025] Der hier am Beispiel einer spektralen Messung beschriebene Sachverhalt lässt sich auf jedes in der graphischen Industrie gebräuchliche Farbmessverfahren übertragen. Im Falle einer densitometrischen Messung weist der Vektor r nur 3 oder 4 Dimensionen auf.

[0026] Bewegt sich das Messobjekt während der Messung, so muss eine weitere Integration vorgenommen werden, um das Ergebnis der Messung zu beschreiben. Die auf dem während der Messung zurückgelegten Weg liegenden Punkte

tragen umso mehr zum Messwert bei, je länger der Messkopf bei ihnen verweilt. Ein einfacher Fall ergibt sich bei der Messung der Dauer T mit einem Messkopf, der fest über einer bedruckten Papierbahn positioniert ist, die mit konstanter Geschwindigkeit V in Richtung Y unter dem Messkopf durchläuft. Beginnt die Messung zum Zeitpunkt t_0 , und befindet sich der Messkopf zu diesem Zeitpunkt an der Stelle (X_0, Y_0) , erhält man:

$$R = \int_{t_0}^{t_0+T} R(X_0, Y_0 + V(t - t_0)) dt.$$

- [0027] Eine weitere Vereinfachung ergibt sich aufgrund der Periodizität des Druckvorgangs, wenn der Umfang des Druckzylinders U ist. Dann wiederholen sich im Idealfall die Remissionsspektren in Maschinenrichtung mit dieser Periode, d. h. $r(X, Y) = r(X, Y + U)$.

[0028] Diese Periodizität lässt sich auf die Messung mit einem Messkopf übertragen. Für jede Messfeldfunktion F erhält man $R(X, Y) = R(X, Y + U)$.

- [0029] Wegen der während des Durchlaufs durch die Maschine ändernden Dehnung des Papiers gilt dieser Zusammenhang nicht exakt. Man erhält jedoch bei konstanten Drehzahlen eine zeitliche Periodizität: Weil die Bahndehnung stationäre Zustände erreicht, entspricht die Messung über die Zeit einer Zylinderumdrehung gerade der Messung einer Abschnittslänge, auch wenn die Bahn gedehnt ist. Eine Messung über eine Zeit $T = U/V$ entspricht einer Abtastung der Bahn über eine Abschnittslänge. Es gilt

$$R = \int_{t_0}^{t_0+T} R(X_0, Y_0 + V(t - t_0)) dt = \int_0^U R(X_0, Y) dY.$$

- [0030] Damit ist eine integrale Messung nur noch abhängig von der Messfeldfunktion des Messkopfes, der seitlichen Messposition X und der spektralen Remission $r(X, Y)$ des gedruckten Bildes. Sie ist insbesondere unabhängig vom Zeitpunkt des Beginns der Messung.

[0031] Eine solches Verfahren liefert damit reproduzierbare Messwerte die örtlich in einer Dimension aufgelöst sind, nämlich quer zur Druckrichtung. Damit entspricht die Messmethode den Möglichkeiten in einer Druckmaschine die Farbzufuhr zonenweise einzustellen. Es ist aber auch möglich, das Verfahren in Maschinen einzusetzen, die sogenannte zonenfreie Farbwerke aufweisen.

[0032] Fig. 4 zeigt Beispiele für spektrale Messungen.

- [0033] Jeder Detektor weist einen idealen Arbeitsbereich auf. Einerseits darf die einfallende Strahlungsmenge nicht zu hoch sein, um nicht eine Sättigung (Sat) der fotoempfindlichen Elemente zu bewirken (Fig. 4a), andererseits sollte die Lichtmenge nicht zu gering sein (Fig. 4b), um einen hohen Verhältnis zwischen Messsignal und Rauschen (Noise) des Detektors zu erreichen. Das stärkste Signal, welches bei der Remission gemessen werden kann, tritt auf, wenn Papierweiss gemessen wird. Eine Messung des Papierweiss kann beispielsweise beim Einziehen der Bahn erfolgen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Messkopf über dem normalerweise unbedruckten Randstreifen neben dem Satzspiegel oder zwischen den einzelnen Seiten zu positionieren, wobei die Breite der Messfeldfunktion berücksichtigt werden muss.

[0034] Je nach Stärke der Lichtquelle variiert die Zeit, bei der ein Messvorgang zur Sättigung des Detektors führt. Durch eine oder mehrere Probemessung wird die Messzeit so gewählt, dass ein Maximum im Spektrum knapp unterhalb der Sättigungsgrenze des Detektors liegt (Fig. 4c), beispielsweise bei 90% der Sättigung. Damit liegt die ideale Messzeit fest. Man erhält ein Referenzspektrum $(1) R_{ref} = [I_{ref}(\lambda_1), I_{ref}(\lambda_2), I_{ref}(\lambda_3), \dots, I_{ref}(\lambda_n)]$, welches zur Normierung der nachfolgenden Messungen verwendet werden kann. Ein normiertes Spektrum erhält man, wenn man die spektralen Werte einer Messung durch die entsprechenden Werte des Referenzspektrums dividiert:

$$R_{norm} = [I(\lambda_1)/I_{ref}(\lambda_1), I(\lambda_2)/I_{ref}(\lambda_2), I(\lambda_3)/I_{ref}(\lambda_3), \dots, I(\lambda_n)/I_{ref}(\lambda_n)].$$

- [0035] Durch die Normierung werden Unterschiede in der spektralen Empfindlichkeit des Detektors und der Lichtquelle ausgeglichen.

[0036] Ist die ideale Messzeit T_{ideal} festgelegt, muss die tatsächliche Messzeit T_{real} aus der Zykluszeit für einen Druckvorgang T ermittelt werden.

- [0037] Die Zykluszeit des Druckvorgangs ist die Zeitdauer für einen Druckvorgang, d. h. für das einmalige Kopieren der Druckvorlage auf die Papierbahn. Sie ist bei Rotationsdruckmaschinen oft gleich der Periodendauer für eine Umdrehung des Druckzylinders. Dies gilt insbesondere, wenn sich genau eine Druckvorlage, z. B. eine Offset-Druckplatte, auf dem Umfang des Druckzylinders befindet.

[0038] Auch bei Rotationsdruckmaschinen, welche zwei Druckplatten hintereinander auf dem Umfang des Druckzylinders tragen, wie sie zum Beispiel für den Zeitungsdruck eingesetzt werden, ist die Zykluszeit des Druckvorgangs gleich der Periodendauer für eine Umdrehung des Druckzylinders, wenn die beiden Druckplatten unterschiedliche Bilder tragen und die Druckmaschine in der Produktionsart Sammelproduktion betrieben wird.

- [0039] Die Zykluszeit kann aber auch unterschiedlich von der Periodendauer für eine Umdrehung des Druckzylinders sein. Das kann zum Beispiel bei Rotationsdruckmaschinen für den Zeitungsdruck gelten, welche zwei Druckplatten hintereinander auf dem Umfang des Druckzylinders tragen, wenn die beiden Druckplatten das gleiche Bild tragen und die Druckmaschinen in der Produktionsart Doppelproduktion betrieben wird. In diesem Fall kann die Zykluszeit des Druckvorgangs gleich der halben Periodendauer für eine Umdrehung des Druckzylinders sein.

[0040] Für Zylinderumfang U und Maschinengeschwindigkeit V ergibt sich demnach je nach Produktionsart $T = U/V$ bzw. $T = 0.5 \cdot U/V$. Ist die Maschinengeschwindigkeit so gering, dass die Zykluszeit für einen Druckvorgang T größer ist,

als die ideale Messzeit T_{ideal} , sollte die Messung in mehrere Teilmessungen zerlegt werden, deren Werte anschließend summiert werden. Wenn bei hohen Maschinengeschwindigkeiten die Zykluszeit kurz wird, kann die Messung über ein Vielfaches von T erfolgen. Prinzipiell kann auch eine Messung über mehrere Druckzyklen in mehrere Messintervalle zerlegt werden, um das Signal-Rausch-Verhältnis des Messkopfes zu optimieren: Man misst über K Druckzyklen und zerlegt diese in J Intervalle, wobei das rationale Verhältnis $K : J$ das Verhältnis von $T_{ideal} : T_{real}$ annähert. Auf diese Weise wird der Messwert aus der Summe von J Messungen gebildet. Zur Normierung muss das Spektrum durch die Messzeit T_{real} dividiert werden, außerdem durch das Referenzspektrum.

[0041] Man erreicht so, dass der Messkopf stets in einem günstigen Bereich arbeitet.

[0042] Die Regelung der Farbdichte basiert auf der integralen Messung des Remissionsspektrums, wie es zuvor beschrieben wurde, oder auf einer integralen, densitometrischen Messung der Bahn. Man erhält dadurch die erforderlichen Ist-Werte.

[0043] Die Soll-Werte werden im erfindungsgemäßen Verfahren zur Regelung der Farbdichte aus den separierten Pixeldaten ermittelt, welche nach der Rasterung der zu druckenden Vorlage in der digitalen Druckvorstufe zur Verfügung stehen oder werden aus den Ist-Werten von als gut bezeichneten Druckseiten übernommen.

[0044] Eine Methode zur Berechnung von Remissionsspektren wird von Hübler beschrieben [HUB].

[0045] Dabei wird das Streuverhalten des Substrats und die Wirkung der aufgetragenen Farbschichten berücksichtigt. Voraussetzung für eine Berechnung der lokalen Remissionsspektren ist, dass die verschiedenen Farben ohne Registerfehler auf das Substrat übertragen werden. Um dies sicherzustellen ist es möglich, ein entsprechendes Regelsystem zu verwenden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von sogenannten Satelliten Druckeinheiten, die konstruktionsbedingt nur geringe Registerfehler aufweisen.

[0046] Neu an der dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrundeliegenden Idee ist, dass nicht die lokalen Remissionsspektren als Soll-Werte verwendet werden, sondern auch hier das Integral über die in Maschinenrichtung liegenden Spalten des Bildes ermittelt werden. Außerdem wird die Messfeldfunktion des Messkopfes bei der Berechnung der Soll-Werte berücksichtigt. Die Berechnung von Soll-Werten erfolgt z. B. in zwei Schritten. In einem ersten Schritt wird aus den separierten und gerasterten Pixeldaten die Summe aller Remissionsspektren von Pixeln gebildet, die eine Spalte bilden, wobei das Streuverhalten im Papier und somit die Farbe der Pixel in der Umgebung eines Streuradius berücksichtigt werden muss. Damit erhält man für jede Spalte von Pixeln ein integrales Remissionsspektrum. Eine Spalte von Pixeln entspricht einer Position X quer zur Maschinenrichtung. Ergebnis ist ein Spektrum S als Funktion der Position X :

$$S: X \rightarrow p, X \rightarrow S(x),$$

wobei $X \in [0, b]$ die seitliche Messposition auf einer Bahn der Breite b darstellt und p der (mathematische) Raum der Remissionsspektren, die bezüglich Spektralbereich und Anzahl der Stützstellen pro Spektrum mit den bei einer Messung erhaltenen Spektren übereinstimmen. Die Funktion S wird im Folgenden als Spektrensummenfunktion bezeichnet.

[0047] In einem zweiten Schritt wird die Messfeldfunktion des Messkopfes berücksichtigt. Dazu wird die Messfeldfunktion Φ mit der Spektrensummenfunktion S gefaltet. Als Ergebnis dieser Faltung erhält man die für jede Position X einen Soll-Wert T :

$$T(X) = (S * \Phi)(X) = \int_{-Bx/2}^{Bx/2} \Phi(\xi) \cdot S(X + \xi) d\xi$$

[0048] Die Regelung der Farbdichte basiert auf dem Vergleich der Soll-Werte $T(X)$ mit den Messwerten $R(X)$.

[0049] Verschiedene Druckfarben unterscheiden sich gerade dadurch, dass sie die Strahlung unterschiedlicher Spektralbereiche verschieden stark absorbieren. So wird beispielsweise der langweilige Spektralbereich des sichtbaren Lichts von Cyan absorbiert, während er für die Druckfarbe Magenta transparent ist. Durch Einschränkung des Spektrums auf bestimmte Bereiche, kann man Farbauszüge des Druckbildes erhalten. Dies gilt sowohl für eine Messung der Farbe als auch für die Vorberechnung von Soll-Werten aus Bilddaten. Möchte man Informationen bezüglich einer bestimmten Farbe gewinnen, ist es vorteilhaft an einem Ort X zu messen, an dem diese Farbe vorhanden ist, und an dem der entsprechende Farbauszug der Soll-Wert-Funktion $T(X)$ einen flachen Verlauf hat. In Bereichen, wo $T(X)$ ungleichmäßig verläuft, besteht die Gefahr, dass ein geringer Fehler in der Positionierung des Messkopfes zu einem großen Messfehler führt.

[0050] Fig. 5 zeigt ein schematisches Beispiel für ein Druckbild und die Erzeugung der Soll-Wert-Funktion.

[0051] In Fig. 5a sind die mit Farbe belegten Bereiche dargestellt.

[0052] Fig. 5b zeigt die Spektrensummenfunktion $S(X)$, welche sich aus der Farbbelegung ergibt.

[0053] In Fig. 5c ist die Messfeldfunktion Φ dargestellt, welche sich aus den Eigenschaften des Messkopfes und seiner Positionierung zur Bahn ergibt.

[0054] Fig. 5d zeigt die Soll-Wert-Funktion $T(X)$, welche durch Faltung von S mit Φ gebildet wird. Prinzipiell entspricht sie einer geglätteten Spektrensummenfunktion. Eine Analyse von $T(X)$ erlaubt, günstige Messorte festzulegen. Dabei gibt es Bereiche (1), in denen $T(X)$ starke Schwankungen aufweist. Hier ist die Platzierung des Messkopfes kritisch, daher sollten diese Messorte möglichst vermieden werden. Weiterhin gibt es einen Bereich (2), in dem zwar die Spektrensummenfunktion T noch starken Schwankungen unterworfen ist, die Soll-Wert-Funktion jedoch einen gleichmäßigen Verlauf aufweist. Dieses Gleichmaß ist auf die Glättung zurückzuführen, welche sich durch die Faltung mit der Messfeldfunktion ergibt. Dieser Umstand trägt dazu bei, dass z. B. die Messung gerasterter Druckbereiche möglich ist, wenn die Messfeldbreite die Rasterweite übersteigt. Bereiche ohne Druckfarbe (3) weisen zwar einen gleichmäßigen Verlauf des Soll-Wertes auf, sind jedoch für die Farbmessung ungeeignet. Die Messwerte sind maximal, sie entsprechen der Referenzmessung des Papierweiß. Orte mit hoher Farbabnahme (4) sind prinzipiell am besten geeignet, um genaue Messungen der Farbe durchzuführen. Allerdings kann es auch hier Bereiche geben (5), in welchen die Soll-Werte mit der

Position schwanken, was die Eignung dieser Orte für die Messung vermindert. In Bereichen gleichmäßiger, geringer Farbabnahme (6) ist ebenfalls eine Messung möglich.

[0055] Vorteilhafterweise sollte die Positioniergenauigkeit des Messkopfes genauer sein, als die Messfeldbreite. Auch sollte die Messfeldbreite größer sein, als mögliche seitliche Verschiebungen der Druckbahn, um Messfehler, welche sich durch relative Positionierfehler zwischen Messkopf und Bahn ergeben können, zu vermeiden.

[0056] Speziell im Nass-Offset gibt es eine Vielzahl von Parametern, welche die Farbwiedergabe beeinflussen. Eine gute Ausgangsbasis für eine Regelung kann geschaffen werden, wenn die Druckmaschine korrekt eingestellt ist, insbesondere die Stellung der Walzen des Farb- bzw. Feuchtwirks konstant gehalten werden kann. Auch die Produktionsabläufe der Vorstufe sollten standardisiert sein, insbesondere die Plattenherstellung. Weiterhin sollte die Druckmaschine einen registergenauen Druck ermöglichen, da Registerfehler zu Farbverschiebungen führen, welche durch die Verstellung der Farb- bzw. Wasserführung nicht ausgeglichen werden können. Dazu sind Satellitendruckeinheiten geeignet, oder z. B. Maschinen der sogenannten 8er-Turm Konfiguration, wenn Maßnahmen getroffen werden, um die Papierdehnung zu kompensieren. Ohne eine solche Ausgangsbasis ist eine Online Regelung der Farbdichte ohnehin undenkbar, da Fehler in der Druckvorstufe nur in geringem Umfang beim Druck kompensiert werden können, bzw. Maschinen mit schlechter Walzenstellung oder großer Registerungenauigkeit ohnehin nicht für den Qualitätsdruck geeignet sind, für den man einen Farbdichteregler einsetzen möchte.

[0057] Sind seitens der Druckvorstufe und der Druckmaschine die Voraussetzungen erfüllt, genügt es, für eine Farbdichteregler die zonenweise Farbzufuhr und die Feuchtmittelzufuhr als Stellglieder des Regelkreises zu verwenden.

[0058] Die Dynamik eines konventionellen Spaltfarbwirks ist komplex und hängt von der Anzahl, Art und Anordnung der eingesetzten Walzen ab. Generell kann man jedoch sagen, dass Verstellungen an der Farbführung umso schneller im Druckbild sichtbar werden, je höher die Farbabnahme ist. Bei geringer Farbabnahme werden Verstellungen langsamer wirksam. Durch zonenweise Farbzufuhr wird der quer zur Maschinenrichtung unterschiedlichen Farbabnahme Rechnung getragen. Changierwalzen sorgen für eine seitliche Verteilung der Farbe. Die korrekte Einstellung der Zonen wird bei hoher Farbabnahme wichtig, während bei geringer Farbabnahme die Zonen eher "unscharf" werden, da der makroskopische Farbtransport in Maschinenrichtung langsamer erfolgt und die Changierwalzen eine stärkere seitliche Verreibung der Farbe bewirken.

[0059] Die Feuchtmittelzufuhr hat ebenfalls einen Einfluss auf die Farbwiedergabe, auch besteht eine Abhängigkeit zur Flächendeckung. Eine zu geringe Feuchtmittelzufuhr führt zum "Tönen", d. h. es kommt zur Farbübertragung auf nichtdruckenden Stellen der Druckform. Ist die Feuchtmittelzufuhr hoch, besteht insbesondere bei geringer Farbabnahme die Gefahr des "Emulgierens" der Farbe, was zu unkontrollierbaren Erscheinungen führt. Die Einstellung der Feuchtmittelzufuhr erfolgt oft seitenbreit, kann aber auch zonenweise erfolgen, wobei jedoch in der Regel nur wenige Zonen gebildet werden.

[0060] Eine Regelstrategie des erfindungsgemäßen Regelverfahrens sieht daher vor, je nach zonenweiser Farbabnahme der einzelnen Druckfarben und deren jeweilige Gesamt Farbabnahme, einen Satz von Gewichtungparametern zu bestimmen, gemäß denen eine Verstellung der Farbschrauben bzw. eine Verstellung des Feuchtmittelzufuhr erfolgt. Durch Messungen an mehreren Stellen ist es möglich zu entscheiden, ob die Feuchtmittelzufuhr oder die Farbzufuhr eingestellt werden muss, bzw. eine gewichtete Verstellung beider Stellgrößen erforderlich ist.

[0061] Die Reihenfolge der Messorte und die Häufigkeit, mit der Messungen an den jeweiligen Messorten erfolgen, sollte erfindungsgemäß ebenfalls bildabhängig erfolgen. Orte mit hoher Farbabnahme sollten insbesondere zu Produktionsbeginn häufiger überwacht werden, dies entspricht der Farbwerkdynamik, weil diese Orte auch schneller auf Verstellungen reagieren. Bei Orten mit geringer Farbabnahme können die Zeiträume zwischen zwei Messungen größer sein, allerdings ist es vorteilhaft, bei Orten mit geringer Farbabnahme mehrere Messungen durchzuführen, um über Mittelwertbildung zu einer erhöhten Genauigkeit der Messung zu gelangen. Tatsächlich sind die zu erwartenden Unterschiede zur Referenzmessung gering, so dass eine genauere Messung erforderlich wird, als bei hoher Farbabnahme.

[0062] Die Erfindung betrifft bevorzugt den Rollen-Offsetdruck, besonders bevorzugt den Nassoffset, ist jedoch auf den Offsetdruck nicht beschränkt, sondern mit Vorteil auch bei anderen Druckverfahren einsetzbar. Die Materialbahn ist bevorzugt eine Papierbahn, wie dies im besonders bevorzugten Druck von großen Zeitungsauflagen der Fall ist. Grundsätzlich muss jedoch nicht Papier das Material der Bahn bilden, die Erfindung ist vielmehr überall dort einsetzbar, wo an das Druckverfahren hohe qualitative Ansprüche gestellt werden.

Literatur

WO 96/12934, "On-Press Color Measurement Method with Verification", Runyan, S. et. al., Graphics Microsystems, Inc., 19. 10. 95,

[55] Offenlegungsschrift DE 198 22 662 A1, "Bildatenorientierte Druckmaschine und Verfahren zum Betreiben der Bildaten-orientierten Druckmaschine", Dilling, P., MAN Roland Druckmaschinen AG, 25. 11. 99,

[HUB] Hübler, A. C., "Zur Struktur der Strahlungsprozesse in autotypisch gerasterten Druckbildern", Dissertation am Institut für Technologie und Planung Druck, Berlin 1992.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Farbgebung im Rollen-Druck, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Messkopf oder mehrere Messköpfe eine integrierende Messung des von einer bedruckten Materialbahn remittierten Lichts in Laufrichtung der Materialbahn ausführt oder ausführen.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Messkopf quer zur Bahnlauf-
65 richtung positionierbar ist.
3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer der Messung der Zykluszeit des Druckvorgangs oder einem Vielfachen der Zykluszeit des Druckvorgangs entspricht.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung erfolgt, indem ein Remissionsspektrum der laufenden Bahn erfasst wird oder mehrere aufeinanderfolgende Remissionsspektren der laufenden Bahn summiert werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung eine densitometrische Messung der laufenden Papierbahn ist oder umfasst oder mehrere aufeinanderfolgende densitometrische Messungen der laufenden Papierbahn summiert werden. 5
6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Normierung der Messung erfolgt, indem die Messwerte
 - durch Referenzwerte dividiert werden und
 - durch die Messzeit dividiert werden und 10
 - mit einer Referenzzeit multipliziert werden.
7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzwerte durch eine Messung des Papierweiß ermittelt werden, bei der die Messzeit so gewählt wird, dass der dynamische Bereich des Messkopfs weitgehend ausgeschöpft wird ohne überschritten zu werden, wobei die Referenzzeit die Messzeit dieser Referenzmessung ist. 15
8. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung des Papierweiß am unbedruckten Rand der Papierbahn erfolgt und/oder in den unbedruckten Bereichen zwischen den Seiten.
9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzwerte und die Referenzzeit in einem Datenspeicher abgelegt werden und für ähnliche Produktionen geladen werden können.
10. Vorrichtung zur Messung der Farbgebung im Rollen-Druck, vorzugsweise zur Durchführung des Messverfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die Vorrichtung umfassend: 20
 - a) wenigstens ein Sensorelement zur Aufnahme von Licht, das von einer laufenden, bedruckten Materialbahn remittiert wird,
 - b) eine Summier- oder Integriereinrichtung, die mit dem wenigstens ein Sensorelement verbunden ist, um die Intensität des aufgenommenen Lichts zu ermitteln, und 25
 - c) eine Steuerung, die für eine in Laufrichtung der Bahn summierende oder integrierende Intensitätsmessung des remittierten Lichts die Zeitdauer der Lichtaufnahme und/oder die Zeitdauer der Summierung oder Integration mittels der Summier- oder Integriereinrichtung vorgibt.
11. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Sensorelementen zur Bildung eines Spektrometers aufweist. 30
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung nicht nur die Zeitdauer einer integrierenden Messung, sondern auch die Zeitdauer zwischen zwei integrierenden Messungen, die aufeinander folgen, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der laufenden Bahn vorgibt.
13. Verfahren zur Regelung der Farbdichte im Rollen-Druck, dadurch gekennzeichnet, dass
 - Ist-Werte durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 erzeugt werden, 35
 - Soll-Werte aus den Bilddaten berechnet werden, wobei jeweils Integrale des Remissionsspektrums über die Spalten des Bildes gebildet werden und diese mit der Messfeldfunktion eines Messkopfes gefaltet werden, oder Soll-Werte aus den gemessenen Ist-Werten von als gut bezeichneten Seiten gebildet werden,
 - die Einstellung der Farbdichte durch Einstellung der Farbzufuhr oder der Feuchtmittelzufuhr erfolgt.
14. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass 40
 - aus den Bilddaten günstige Messorte bestimmt werden,
 - dass die Zahl der Messorte bildabhängig bestimmt wird,
 - dass die Reihenfolge und die Häufigkeit, mit der ein Messkopf an einem Messort eine Messung durchführt, bildabhängig bestimmt wird.
15. Verfahren gemäß einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilddaten die separierten und gerasterten Datensätzen für die einzelnen Druckfarben sind. 45
16. Verfahren gemäß einem der drei vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messorte vorzugsweise an Orten vorgenommen wird, an denen die Soll-Wert-Funktion, bzw. ein Farbauszug der Soll-Wert-Funktion flach verläuft.
17. Verfahren gemäß einem der vier vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an Orten mit hoher Farbabnahme häufig gemessen wird, und an Orten mit geringer Farbabnahme seltener gemessen wird, dort aber dann mehrere Messungen vorgenommen werden, die gemittelt werden. 50
18. Verfahren gemäß einem der fünf vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bildabhängig Gewichtungsparemeter für die Stellglieder gebildet werden, anhand derer die Auswahl der Stellglieder für Korrekturen erfolgt. 55
19. Vorrichtung zur Regelung der Farbdichte im Rollen-Druck, vorzugsweise zur Durchführung des Regelungsverfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Sollwerte aus den Bilddaten berechnet werden.
20. Vorrichtung zur Regelung der Farbdichte im Rollen-Offset-Druck gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die zonenbreite Farbzufuhr verstellt wird. 60
21. Vorrichtung zur Regelung der Farbdichte im Rollen-Offset-Druck gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass nur die zonenbreite Farbzufuhr verstellt wird.
22. Vorrichtung zur Regelung der Farbdichte im Rollen-Offset-Druck gemäß einem der zwei vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellelemente zur Verstellung der zonenbreiten Farbzufuhr Farbschrauben sind, welche auf einen Farbmesserbalken wirken. 65
23. Vorrichtung zur Regelung der Farbdichte im Rollen-Offset-Druck gemäß einem der zwei vorhergehenden An-

DE 101 31 934 A 1

spräche, dadurch gekennzeichnet, dass die zonenbreite Feuchtmittelzufuhr verstellt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

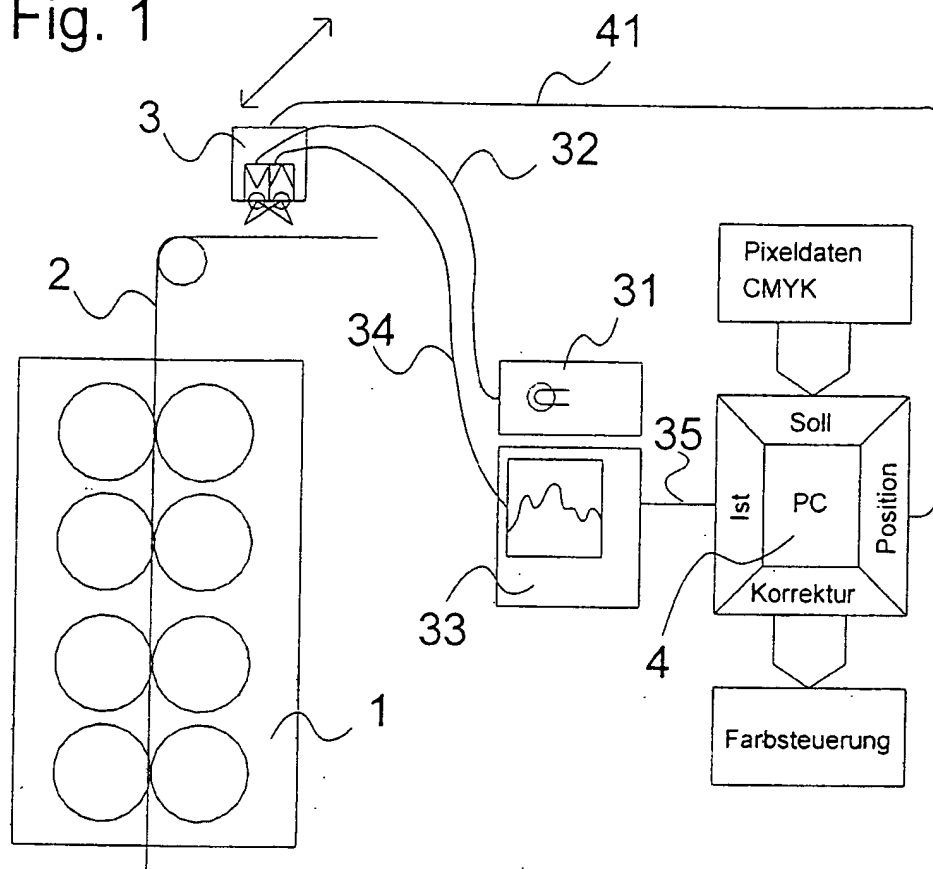


Fig. 2

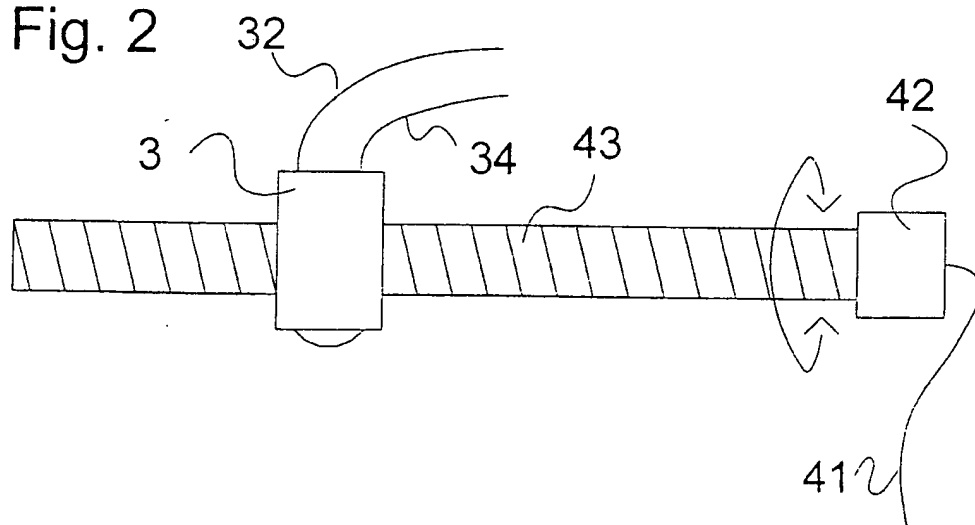


Fig. 3a

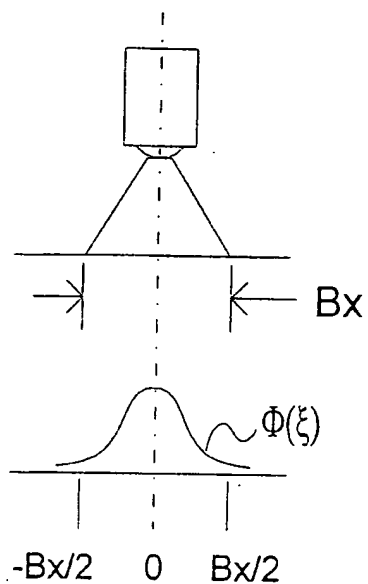


Fig. 3b

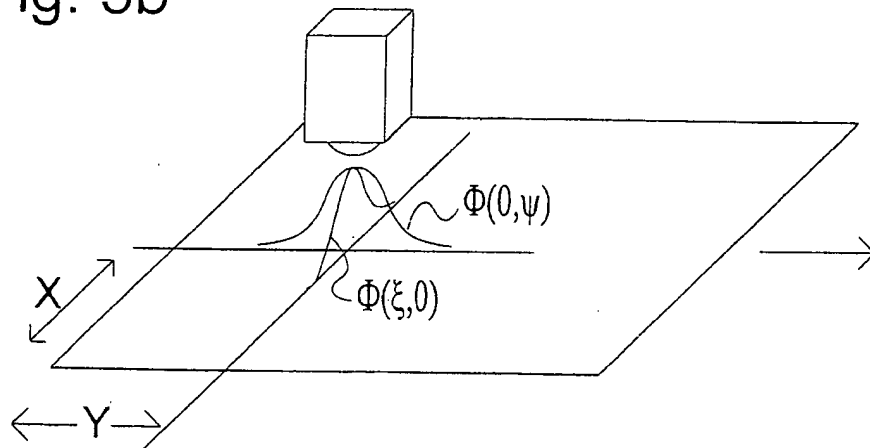


Fig. 4

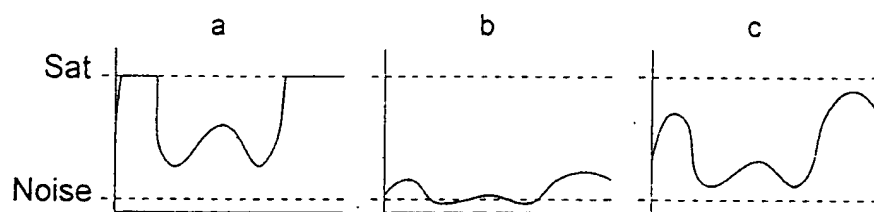


Fig. 5

